

IMPACTO DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN: INFLUENCIA SOBRE EL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO

M. Saracho¹, A. Iriarte^{2,3}, C. Rodríguez⁴, N. Rodríguez.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCa.

Avda Belgrano 300. (4700) S.F. del V. de Catamarca

Tel: 03833-420900 Fax: 03833-435094 e-mail: cdrodriguez@arnet.com.ar

RESUMEN: La Capital de Catamarca, trata los efluentes mediante lagunas de estabilización, método recomendado para regiones con alta radiación solar, pero también una de las probables fuentes de contaminación de acuíferos. El objetivo es estudiar el impacto ambiental de la planta de efluentes sobre el recurso hídrico subterráneo determinando la variación espacio-temporal de la calidad del agua. Se extrajeron muestras del río Del Valle y perforaciones ubicadas en proximidades de la planta. Los análisis fueron efectuados según técnicas estandarizadas y se estudió la litología y niveles piezométricos de las perforaciones. Las concentraciones de iones nitrato y nitrito en algunas perforaciones, superan los límites para consumo humano y muestran variaciones espaciales y temporales. No se detectó *Escherichia coli* ni cambios en la concentración del ión cloruro. El agua subterránea y del río es bicarbonatada, sódica, cálcica de salinidad media. Las características litopiezométricas de las perforaciones las definen como vulnerables a la contaminación superficial.

Palabras clave: lagunas de estabilización, impacto ambiental, calidad del agua subterránea.

INTRODUCCION

La importancia estratégica del agua subterránea para el desarrollo sustentable de las regiones áridas y semiáridas de América Latina amerita su urgente protección contra la contaminación antropogénica. En las dos últimas décadas el volumen de las cargas contaminantes sobre el subsuelo se han incrementado apreciablemente, dando origen a serios riesgos de contaminación de dicho recurso (Foster, 1998; Foster et al, 1994).

Una de las probables fuentes puntuales de contaminación de los acuíferos son las lagunas de estabilización, proceso de tratamiento de aguas residuales ampliamente usado en los países del tercer mundo (Foster et al, 1992). Una laguna de estabilización de aguas residuales es una estructura simple para embalsar agua, de poca profundidad (1m a 4m), que generalmente ocupa áreas extensas y con períodos de retención de magnitud considerable (5 a 40 días). En estos sistemas se produce la autodepuración o estabilización natural del efluente mediante fenómenos físicos, químicos y biológicos (Ingallinella y Fernandez, 1996).

La mayoría de estos sistemas tienen una base de materiales naturales, impermeabilizados hasta cierto grado como resultado de la compactación del suelo y sedimentación. No obstante, tales condiciones normalmente permiten infiltración equivalente a 10-20 mm/d. (Foster et al, 1992). Dicha infiltración se va reduciendo con el tiempo gracias a la sedimentación de lodos, algas y bacterias. En suelos porosos las lagunas pueden sellarse en unos tres meses (Bartone, 1985).

El riesgo de contaminación del acuífero por infiltración de lagunas de estabilización es función del tipo de efluente y área de estos sistemas. Para lagunas de áreas mayores que 5 ha y efluentes de origen residencial, el riesgo es moderado, (Foster e Hirata, 1991).

La Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, Capital de la provincia, con una población de 141.260 habitantes (INDEC, 2001), dispone de un sistema de lagunas de estabilización para el tratamiento de los efluentes cloacales. El sistema esta constituido por seis módulos iguales que funcionan en paralelo; cada módulo está integrado por una serie de cinco lagunas: una anaeróbica, seguida de una facultativa y tres de maduración (primaria, secundaria y terciaria). La planta ocupa una superficie total de 150 ha de la cual 60 ha corresponden a lagunas, cuyo fondo fue impermeabilizado mezclando el suelo del lugar con suelo arcilloso en una proporción 1:1,5. Fue diseñada para tratar 38.400 m³/d de efluente en una primera etapa, en base a una población de 120.000 habitantes, planificando ampliar la capacidad de tratamiento en una segunda etapa a 64.000 m³/d.

En el sistema en estudio el riesgo de contaminación del acuífero se agudiza porque en el sitio de vuelco del efluente de las lagunas (confluencia de los ríos Del Valle y Santa Cruz) el cauce permanece seco la mayor parte del año. Razón por la cual no hay posibilidad de dilución y auto depuración del curso de agua, con los consiguientes riesgos de contaminación del agua subterránea, principal fuente de abastecimiento para los distintos usos. Por otro lado los residuos sólidos retenidos en el

¹ Profesional Secretaria del Agua y del Ambiente

² INENCO, Catamarca

³ Investigador del CONICET

⁴ SubCyTCa

sistema de rejillas y extraídos de las lagunas anaeróbicas no son tratados conforme a normas ambientales. Teniendo en cuenta la problemática planteada, el objetivo de este trabajo es estudiar el impacto de la planta de efluentes sobre el recurso hídrico subterráneo determinando la variación espacio temporal de la calidad del agua, en el área próxima a la planta de efluentes cloacales de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio abarca la zona sudeste del departamento Capital y sudoeste del departamento Valle Viejo y el monitoreo fue realizado desde noviembre del 2003, durante 33 meses, con una frecuencia trimestral, incrementándose a bimestral en el periodo 08/04 al 08/06. Para evaluar la situación de base, antes de la puesta en marcha del sistema de tratamiento, se extrajeron muestras para análisis físico-químico y bacteriológico del río Del Valle y de diez perforaciones en explotación ubicadas en la planta y en proximidades de la misma, ya que el sistema no cuenta con pozos de monitoreo.

De las perforaciones estudiadas, cinco (5) se encuentran en el Dpto. Capital, ubicadas en: planta de residuos sólidos urbanos, polideportivo Policial, dos en el área industrial El Pantanillo (B de D N° 361 y en el predio de un frigorífico) y la quinta en la localidad de Bajo Hondo. Las cinco captaciones subterráneas restantes están distribuidas en el Dpto. Valle Viejo, en las localidades de Agua Colorada, Las Tejas, Las Esquinas y dos en la localidad de Antapoca (una perforación abastece de agua potable a la población y la segunda funciona en el predio del sistema de lagunas en estudio). El río del Valle fue monitoreado 8km aguas arriba de la planta de efluentes (Figura 1). No se pudo determinar las características del agua superficial, al sur de la planta, por ser nulo el caudal en dicha zona durante las fechas de monitoreo.



Referencias:

N°	Sitios de Monitoreo	Ubicación :
1	Río del Valle. 8km antes de Planta de Efluentes	Capital
2	Perforación Polideportivo Policial	Capital
3	El Pantanillo. Perforación Área Industrial.	Capital
4	Perforación de Antapoca. Población	Valle Viejo
5	Perforación de Antapoca. Planta de Efluentes	Valle Viejo
6	El Pantanillo. Perforación Planta RSU	Capital
7	El Pantanillo. Perforación Frigorífico	Capital
8	Perforación de Bajo Hondo	Capital
9	Perforación de Agua Colorada	Valle Viejo
10	Perforación de Las Tejas	Valle Viejo
11	Perforación Las Esquina	Valle Viejo

Figura 1: Area de Estudio

Para evaluar la variación espacio temporal de la calidad del recurso hídrico subterráneo se utilizó como indicadores de la contaminación orgánica y microbiológica, las concentraciones de los iones nitrato, nitrito, amonio y bacterias Escherichia coli y para detectar posibles variaciones en la calidad físico-química del agua se analizó turbiedad, pH, conductividad y los iones carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio.

Los análisis fueron realizados de acuerdo a las técnicas especificadas en el Standard Methods (APHA-AWWA-WEF, 1995) y se efectuó un análisis exploratorio, descriptivo e inferencial (con un nivel de significación de 0,05) de las variables estudiadas, utilizando el software SPSS.

Para determinar los niveles piezométricos del área de estudio y las características sedimentológicas del acuífero y de los acuíferos se realizó un análisis de los perfiles de las perforaciones muestreadas.

RESULTADOS

Calidad del agua superficial y subterránea: en la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis descriptivo de la concentración del ión nitrato en las perforaciones monitoreadas y en el río del Valle.

El valor de la mediana de la concentración de ión nitrato en el agua de la localidad de Bajo Hondo, (51±20) mg/l, supera el rango de concentraciones obtenido en las restantes perforaciones (12; 46) mg/l. La concentración de dicho ión, mayor al límite tolerable para consumo humano (45mg/l), de acuerdo al CAA (De la Canal y Asociados, 2007) fue detectada antes que la planta de efluentes empezara a funcionar. Situación similar a la registrada en las muestras analizadas en la estación de

monitoreo N° 3 (perforación área industrial El Pantanillo).

Estaciones de Monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M(NO ₃)	2	35	46	12	18	20	31	59	22	21	12
Me(NO ₃)	1	38	46	12	19	21	32	51	22	20	12
Máx	4	42	51	17	23	25	39	89	30	28	16
Mín	1	32	40	7	9	15	23	38	11	16	10
IC (sig = 0,75)	1-3	36-43	42-47	11-13	15-20	18-22	29-33	51-66	19-24	19-22	11-13
DS(NO ₃)	1	7	4	3	5	4	5	20	8	3	2
CV %	50	20	8,7	25	28	20	15	33,9	36,4	14,3	16,7

Tabla 1: Concentración del ión NO₃⁻ en las perforaciones monitoreadas y en río Del Valle.

Referencias: M (NO₃⁻): Concentración media de nitrato (mg/l); Me (NO₃⁻): Mediana de la concentración de nitrato (mg/l); IC: Intervalo de confianza con un nivel de significación del 75%; DS Desvío estándar; CV %: Coeficiente de Variación porcentual.

El box-plot de la Figura 2 muestra el resultado del análisis exploratorio de los datos obtenidos sobre las concentraciones de ión nitrato en las perforaciones estudiadas. La mayor dispersión de los datos con respecto a la mediana se obtuvo en la perforación N° 8 (Bajo Hondo), siguiendo en orden de importancia las perforaciones N° 9 (Agua Colorada) y N° 2 (Polideportivo Policial).

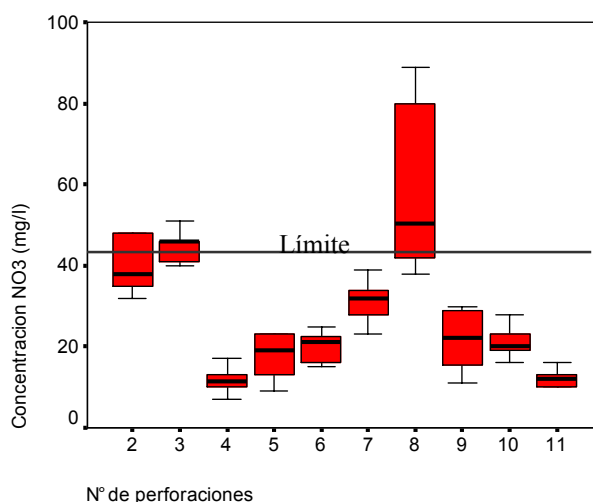


Figura 2: Distribución de las concentraciones del ión nitrato en las perforaciones estudiadas.

Teniendo en cuenta estos resultados se estudiaron las variaciones temporales de la concentración de ión nitrato en las perforaciones N° 8 y N° 9 ubicadas 2 km y 2,9 km respectivamente, aguas abajo de la planta de tratamiento de efluentes sobre las márgenes derecha e izquierda del río Del Valle (Figura 3).



Figura 3. Ubicación de las perforaciones N° 8 y N° 9

En la perforación N° 8 se observa una disminución en el valor de la concentración del ión nitrato de 89 mg/l (detectado en Noviembre de 2003) a 40 mg/l (registrado en Junio de 2005); disminución también detectada en las muestras analizadas de la

perforación de Agua Colorada (30mg/l a 11 mg/l). Figura 4. Desde el punto de vista de la variación temporal de la concentración de este ión en la perforación de Bajo Hondo, se puede distinguir tres periodos con valores promedios de 86 mg/l, 50 mg/l y 38 mg/l respectivamente. Esto puede atribuirse al cambio del sitio de vuelco de los efluentes cloacales crudos, que antes de la puesta en funcionamiento de la planta de efluentes eran volcados sin tratamiento alguno en el lecho del río Del Valle, aguas arriba de estas perforaciones.

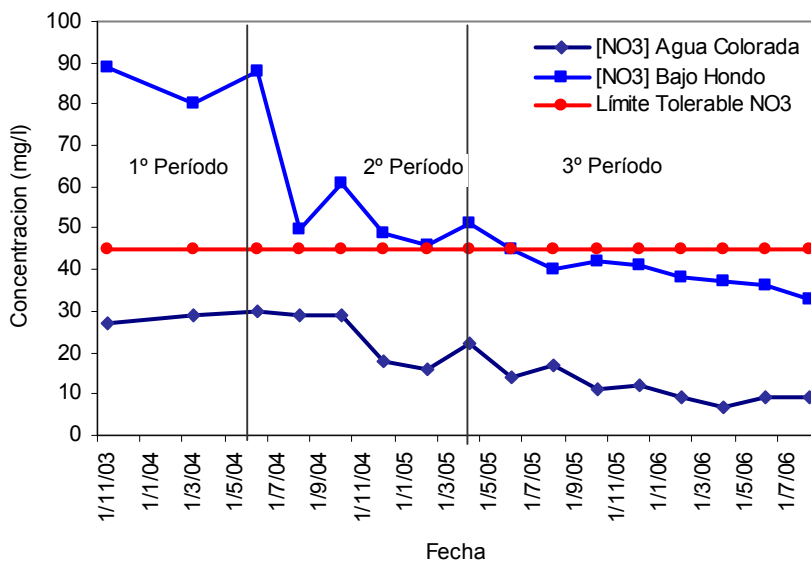


Figura 4. Variación temporal de la concentración del ión nitrato en las perforaciones ubicadas en las localidades de Aguas Coloradas y Bajo Hondo.

En la Figura 5 se muestra las medianas y valores máximos de las concentraciones de los iones nitrito y amonio en las perforaciones monitoreadas. Los valores de ión amonio en el agua subterránea se encuentran muy por debajo del límite tolerable para consumo humano según el CAA (0,20 mg/l). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los rangos de las concentraciones de los iones amonio, en las perforaciones monitoreadas ($p=0,417$) (Se aplicó Test de Kruskal Wallis, porque la distribución de los datos no cumple los supuestos del Análisis de Varianza paramétrico).

En el caso particular de la concentración de ión nitrito en el agua de la perforación N° 9, el valor de la mediana coincide con el límite tolerable para consumo humano (0,10 mg/l) pero este límite es superado por los valores medio (0,50 mg/l) y máximo (1,8 mg/l), concentraciones que no fueron representados en dicha figura por razones de escala.

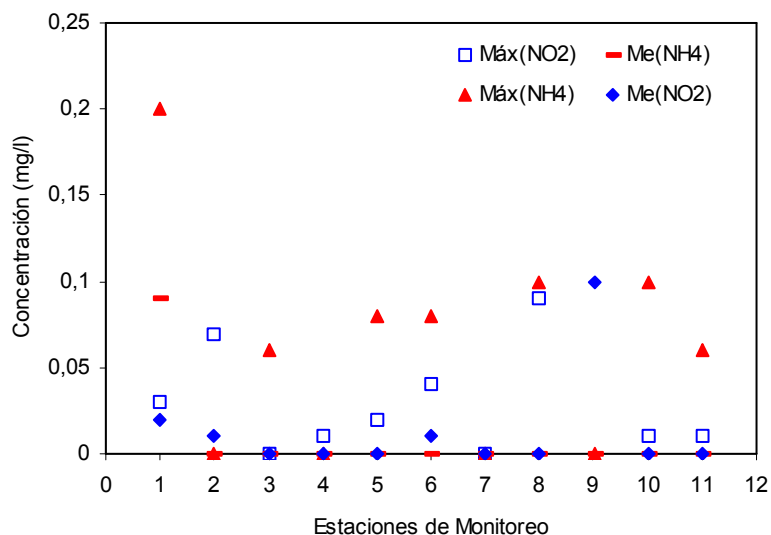


Figura 5. Concentración de iones nitrito y amonio en las perforaciones monitoreadas y río Del Valle

Atendiendo a estos resultados, se muestra en la Figura 6 las variaciones temporales de la concentración de ión nitrito en las muestras correspondientes a las perforaciones de las localidades de Aguas Coloradas y Bajo Hondo. El valor de la concentración de ión nitrito, indicador de contaminación orgánica, en la perforación de Agua Colorada, se incrementó de 0,01 mg/l hasta 1,8 mg/l en el periodo Noviembre 2003 a Diciembre 2004. A partir de esta fecha y como se observa en la Figura 6, la concentración del indicador disminuyó hasta alcanzar en Noviembre del año 2005 el valor de 0,10 mg/l, límite tolerable para consumo humano, registrándose concentraciones de 0,02 mg/l en el periodo junio-agosto de 2006.

Desde el punto de vista de la variación temporal de la concentración de este ión en la perforación de Agua Colorada, se puede señalar seis períodos con valores promedios de 0,02, 0,96, 1,50, 0,3, 0,10 y 0,02 mg/l respectivamente. La modificación en la concentración del ión, puede ser explicada por el escurrimiento del efluente de las lagunas, sobre la margen izquierda del río a 300 m de dicha perforación. Impacto acentuado por la calidad del efluente volcado, crudo o parcialmente tratado, debido al funcionamiento intermitente de dicha planta. Situación que se produce a partir de Diciembre de 2003 y hasta Enero de 2005, fecha a partir de la cual se desvía el caudal del efluente hacia la margen derecha del río y la operación de la planta de depuración se realiza en forma continua.

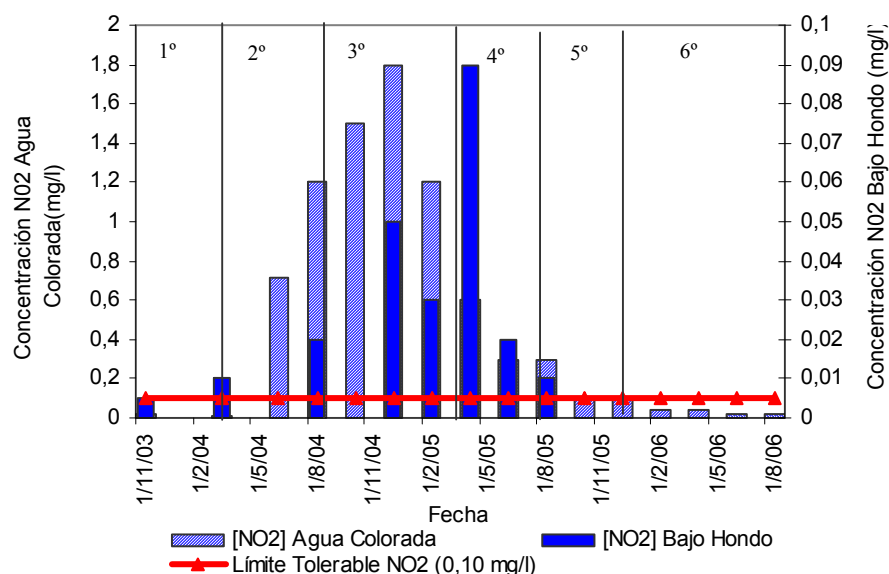


Figura 6. Variación de las concentraciones de ión nitrito en las perforaciones ubicadas en las localidades de Agua Colorada y Bajo Hondo. Periodo 2003-2006.

Con respecto a la calidad microbiológica del agua subterránea de las perforaciones monitoreadas, los análisis realizados no detectaron presencia de *Escherichia coli*, indicador específico de contaminación fecal. En la Figura 7 se muestra la variación espacial de la concentración de ión cloruro, ión móvil y persistente que al igual que el ión nitrato son utilizados como indicadores de contaminación orgánica en los acuíferos por efluentes cloacales. En el caso estudiado, las concentraciones detectadas se encuentran muy por debajo del límite tolerable para consumo humano (350 mg/l, CAA). Las concentraciones medias de este ión presentan diferencias altamente significativas entre las perforaciones estudiadas, especialmente la correspondiente a Bajo Hondo con todas las restantes.

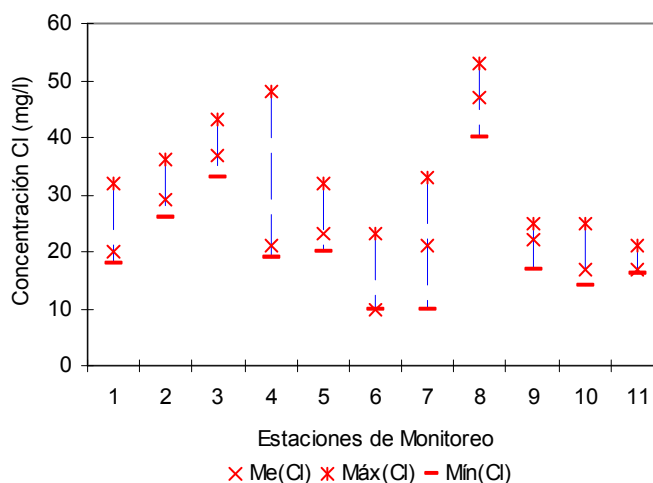


Figura 7. Variación de la concentración del ión cloruro en las perforaciones en estudio.

Las diferencias entre los valores de pH en las distintas estaciones de monitoreo no resultaron estadísticamente significativas ($p=0,068$), según el análisis inferencial No Paramétrico (Test de Kruskal Wallis). De acuerdo a los valores de este parámetro se puede clasificar el agua de las perforaciones monitoreadas como ligeramente alcalina (Tabla 2).

Los valores de turbiedad de las perforaciones monitoreadas se encuentran por debajo del límite tolerable para consumo humano: 3 UNT (CAA, 2007) y la diferencia entre las medias de los rangos no son estadísticamente significativas ($p=0,102$).

En función de los valores medios de conductividad que se muestran en la Tabla 3 y atendiendo a los resultados de los análisis de los macrocomponentes presentes en las muestras (Diagrama de Schoeller) se clasifica el agua de las perforaciones

estudiadas y del río como bicarbonatada, sódica, cálcica de salinidad media (Figura 7).

Estaciones de Monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M(pH)	7,9	7.5	7.4	7.3	7.3	7.5	7.4	7.5	7.3	7.7	7.8
Me(pH)	8,2	7.5	7.3	7.4	7.3	7.5	7.5	7.4	7.3	7.7	7.8
Máx	8,3	7.8	7.6	7.7	7.6	8.2	7.8	7.8	7.7	8.2	8.3
Mín	7.4	7.1	7.0	7.0	7.0	6.9	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0
M(Turb)	1,79	0.50	0.48	0.60	0.61	1.5	0.40	0.47	0.60	0.56	0.70
Me(Turb)	1,67	0.51	0.43	0.50	0.61	1.7	0.34	0.28	0.40	0.36	0.60
Máx	3,93	0.64	0.98	1.40	1.16	2.7	0.68	1.70	1.44	1.90	1.16
Mín	0.46	0.39	0.25	0.20	0.17	0.4	0.20	0.14	0.15	0.12	0.20

Tabla 2. Variaciones del pH y turbiedad en las perforaciones monitoreadas y en río Del Valle

Los valores máximos de conductividad se registraron en la estación N° 8 (Bajo Hondo), donde se observa la mayor dispersión en los datos y los valores mínimos de este parámetro en la N° 6 (Planta RSU) con un coeficiente de variación de 4 % (Tabla 3).

Estac. de Monitoreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M(Cond)	637	610	629	683	460	320	494	857	448	430	499
Me(Cond)	578	593	659	676	472	323	493	830	445	428	495
Máx	991	667	666	711	496	333	560	1049	487	468	536
Mín	428	588	520	663	417	297	414	752	418	387	492
IC (sig: 0,75)	534-741	593-627	592-667	675-690	449-472	314-326	475-513	818-896	440-456	420-441	493-505
DS (Cond)	195	32	72	18	30	13	46	101	21	26	14
CV (%)	31	5	11,4	2,6	6,5	4	9,3	11,8	4,6	6	2,8

Tabla 3. Variaciones Conductividad en las perforaciones monitoreadas y en el río Del Valle

Las diferencias entre las concentraciones medias de los iones mayoritarios en dichas perforaciones son altamente significativas de acuerdo al test de Kruskal Wallis señalando la influencia sobre la calidad del agua subterránea en el área de estudio de distintos aportes: ríos Ongoli, Del Valle y zona de mezcla de aguas (Ubaldini, 2005).

Diagrama de Schoeller

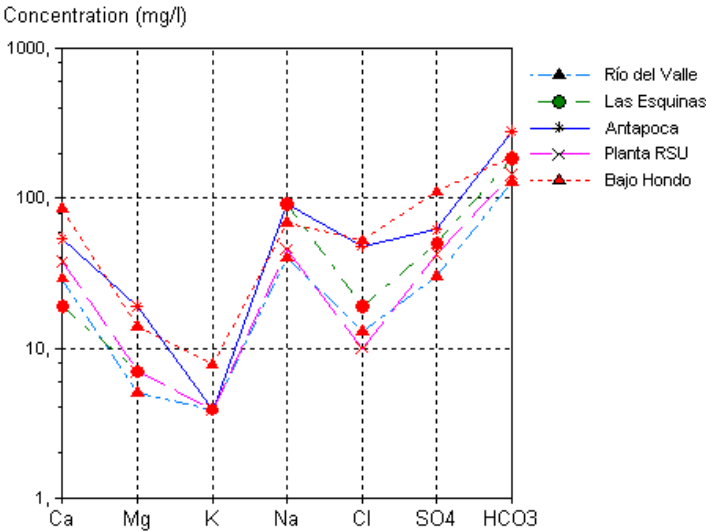


Figura 7. Composición iónica del río Del Valle y perforaciones estudiadas.

Análisis Piezométrico y Litológico: Las características litopiezométricas de las captaciones subterráneas representativas del área en estudio se muestran en la Tabla 4. En el acuíperm (estratos no saturados encima de la zona saturada del acuífero) de la perforación ubicada en la localidad de Bajo Hondo se identificaron los siguientes horizontes: arena fina a gruesa y gravilla hasta los 7,40m, arena muy fina, arcillosa y arena gruesa entre los 7,40m y 15m, arena muy fina a gruesa entre los 15m y los 17,30m y arena muy fina calcárea entre los 17,30m y los 20,85m. El acuífero se ubica entre los 20,85m y los 29,90m y está constituido por arena muy fina a gruesa, con grava fina a gruesa y rodado.

El acuífero de la captación subterránea ubicada en el Polideportivo Policial está constituido por arena fina, mediana y gruesa hasta los 32 m, entre los 32 m y los 44 m por arena media con intercalación de arcilla, entre los 44 m y 48 m por arena gruesa con escasos rodados. Luego el siguiente horizonte ubicado entre los 48 m y 60 m presenta arena media y fina con arena gruesa y escaso limo. El acuífero en explotación se extiende desde los 60 m a los 72 m.

La localidad de Agua Colorada cuenta con una perforación que presenta los siguientes horizontes: desde la superficie hasta los 11,5 m está constituido por arena muy fina a gruesa, entre los 11,5 m y 17 m predominan arena fina arcillosa, luego entre los 17 m y 21 m se identificó arena de grano fino poco arcillosa. Posteriormente, entre los 21 m y 29,30 m se identificó arena fina a gruesa con grava constituyendo el acuífero superior.

En la localidad de Las Tejas el acuífero freático se ubica entre los 27 m y 43 m, está constituido por arena muy gruesa, gravilla, grava y arena gruesa a fina y el nivel estático alcanza los 22,2 m (Dirección de Hidrología y Evaluación del Recurso Hídrico, 2005).

Las características litopiezométricas de las perforaciones estudiadas: profundidad del acuífero freático (ubicado entre los 16,5 m y 26,5 m) y tipo de acuífero representado por arenas gruesa a finas, gravas y rodados con muy escasa proporción de arcilla, permiten definirlos como vulnerables a la contaminación superficial. Los registros muestran una disminución temporal de los niveles piezométricos en las perforaciones de Agua Colorada y Bajo Hondo, las más impactadas desde el punto de vista de la calidad del agua por el funcionamiento de la planta de efluentes (Tabla N° 4).

Nombre de la Captación Subterráneas	Litología	Nivel Piezométrico	
		Profundidad (m)	Fecha
2-Polideportivo Policial (CAPRESCA, N° B de D: 389)	0m-32m: Arena fina, mediana y gruesa 32m-44m: Arena media con intercalación de arcilla 44m-48m: Arena gruesa con escasos rodados 48m-60m: Arena media y fina con arena gruesa y escaso limo. Filtros: 62m-102m	16,7m 20,4 m 19,5 m	12/ 1987 03 /1996 08/2005
8- Bajo Hondo (N° 1 DNGM, N° B de D: 295)	0m-7,40m: Arena fina a gruesa y gravilla 7,40m- 15m: Arena muy fina, arcillosa y arena gruesa. 15m – 17,30m: Arena muy fina a gruesa. 17,30m- 20,85m: Arena muy fina calcárea. 20,85m - 29,90m: Arena muy fina a gruesa, con gravas finas a gruesa y rodados. Filtros: 22m a 27m	19,20 m 8,2 m 8,9 m	11/1942 09/ 1986 04/ 1997
9- Agua Colorada (N° 1 DNGM)	0m-11,5 m: Arena fina a gruesa 11,5-17m: Arena fina arcillosa. 17m-21m: Arena fina poco arcillosa. 21m-29,30m: Arena fina a gruesa con grava Filtros: 24m a 27m	18,25m 24,60 11,0	11/1942 06/ 1970 08/1980
10- Las Tejas (N° 1 DGM – N° B de D: 437)	0-27: Arena fina a gruesa, grava y gravilla y arena arcillosa 27-43m: Arena muy gruesa, gravilla, grava y arena gruesa a fina. Filtro: 27m a 91m (por tramos)	26,50m 28,60 m 22,2 m	04/1967 03/80 03/2005

Tabla 4. Características litopiezométricas de captaciones representativas del área de estudio.

CONCLUSIONES

Se detectaron variaciones temporales y espaciales en las concentraciones de los indicadores de contaminación orgánica- iones nitrito y nitrato- en el agua de perforaciones ubicadas en el área próxima a las lagunas de estabilización de la ciudad Capital.

Este estudio revela un impacto negativo del sistema de depuración y su efluente sobre el recurso hídrico subterráneo, en el periodo Noviembre 2003 a Diciembre 2004, por el incremento registrado en la concentración de ion nitrito en el agua de la perforación de Agua Colorada que fue de 179%. Dicho incremento que originó valores superiores al límite tolerable para consumo humano, puede ser atribuido al escurrimiento del efluente de la planta, sobre la margen izquierda del río Del Valle, 300 m al oeste de dicha perforación y a infiltraciones a través del fondo de las lagunas.

La disminución en el valor de la concentración de ión nitrato en el periodo Noviembre de 2003 a Noviembre de 2005 detectada en las muestras analizadas de las perforación de Bajo Hondo y Agua Colorada señalan un impacto positivo sobre dicho recurso, del sistema de depuración relacionado con el cambio del sitio de descarga de los efluentes cloacales de la ciudad Capital, que antes de la puesta en funcionamiento de la planta de efluentes eran volcados sin tratamiento alguno en el lecho del río Del Valle aguas arriba de estas perforaciones.

La disminución en la concentración de ión nitrito en la perforación de Agua Colorada, hasta alcanzar el límite tolerable para consumo humano registrada en el período enero-noviembre de 2005, puede atribuirse al desvío del caudal del efluente de la planta hacia la margen derecha del río, a la reducción de la infiltración por sedimentación de lodos, bacterias y hongos en el fondos de las lagunas y a la optimización del funcionamiento de la planta de depuración.

Se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas, entre las medias de los indicadores de la calidad físico-química del agua en las perforaciones monitoreadas, excepto en turbiedad y pH, de acuerdo al análisis inferencial No Paramétrico (Test de Kruskal Wallis). Estas diferencias, no atribuibles al impacto de la planta de efluentes, señalan la influencia sobre la calidad del agua subterránea de distintas fuentes de aportes: ríos Ongoli, Del Valle y zona de mezcla de aguas.

No se detectó presencia de *Escherichia coli*, indicador específico de contaminación fecal.

Los resultados de los análisis de los macrocomponentes, permiten clasificar el agua superficial y subterránea del área estudiada como bicarbonatada, sódica, cálcica, de salinidad media.

Las características litopiezométricas de las perforaciones estudiadas las definen como vulnerables a la contaminación superficial, en especial las ubicadas en Agua Colorada y Bajo Hondo, las más impactadas desde el punto de vista de la calidad del agua por el funcionamiento de la planta de efluentes.

Se recomienda continuar con el monitoreo considerando las modificaciones detectadas en indicadores de contaminación orgánica respecto a las condiciones de base y la vulnerabilidad del acuífero.

NOMENCLATURA

B de D: Banco de Datos de la Dirección de Hidrología y Evaluación de Recursos Hídricos. Catamarca

CAA: Código Alimentario Argentino

M: Media o promedio

Me: Mediana

IC: Intervalo de confianza con un nivel de significación del 75%.

DS: Desvío estándar

CV %: Coeficiente de variación porcentual

REFERENCIAS

A.P.H.A.-A.W.W.A.-W.E.F. (1995) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th Edition.

Bartone, C.(1985) Lagunas de San Juan. Seminario Regional de Investigación sobre Alternativas de Saneamiento de Bajo Costo para Zonas Urbanas Marginadas. Lima, Perú.

De la Canal y Asociados SRL (1997). Código Alimentario Argentino. Capítulo XII. Artículo 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007).

Dirección de Hidrología y Evaluación de los Recursos Hídricos (2005). Base de Datos.

Foster S, Hirata R. (1991).Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas, pp. 57-64 .CEPIS/OPS/OMS. Lima. Perú.

Foster S, Adams B, Morales M, Tenjo S. (1992). Estrategias para la Protección de Aguas Subterráneas, pp. 63-65. CEPIS/OPS/OMS. Colombia.

Foster S. (1998). Política de Protección de las aguas Subterráneas en Europa. Jornadas sobre protección de Aguas Subterráneas: Un problema pendiente. Valencia. España.

Foster S, Gale I, Español I. (1994). Impacto del Uso y Disposición de las Aguas residuales en los acuíferos con referencia a América Latina, pp.10-20. CEPIS/OPS/OMS

INDEC (2001). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Ingallinella, A. Fernández, R. (1996). Lagunas de Estabilización. Conceptos Generales. Seminario Taller Sobre “Criterios de Diseño y Evaluación de Lagunas de Estabilización”, pp.1-13, .AIDIS Argentina. UNR.

Ubalini M. (2005). El Agua Subterránea como Recurso para Agua Potable. Factibilidad de Explotación en áreas de Reemplazo. Dpto. Capital- Prov. De Catamarca, pp. 2-10. Biblioteca de Subsecretaria de Planificación de Recursos Hídricos.

ABSTRACT: Effluents in the capital city of Catamarca are treated using stabilization ponds – a method recommended for regions with high solar radiation, though a probable source of aquifers contamination. The purpose in this research is to study the environmental impact of the effluents plant on the groundwater hydric resources establishing space-time variation of water quality. Samples were taken from Del Valle river and nearby drillings. The samples were analyzed according to standardized techniques, and lithology and piezometric levels of the drillings were studied. Ion nitrate and nitrite concentrations in some of the drillings exceed human consumption limits, and they show space and time variations. Neither *Escherichia coli* nor changes on chloride ion concentrations were detected. Groundwater and river water are bicarbonate, sodic, calcic, of medium salinity. According to the litho piezometric characteristics, the drillings are defined as vulnerable to superficial contamination.

Key words: stabilization ponds, environmental impact, groundwater quality.